

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и

инновационной деятельности ФГБОУ ВО

«ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»

 В.С. Пузин

«6» 02. 2023 г.

М.П.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» на диссертационную работу Юренкова Юрия Петровича на тему «Совершенствование ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей в системах электроснабжения до 1 кВ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

В диссертационной работе автором рассмотрены вопросы совершенствования ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП) в системах электроснабжения до 1 кВ. Показано, что в отличие от других токоограничивающих устройств ограничители на основе ЖСП обладают значительными экономическими преимуществами. Для систем электроснабжения до 1 кВ, с учетом их большой протяженности и насыщенности коммутационными аппаратами ограничители тока на основе ЖСП являются наиболее подходящими для ограничения токов короткого замыкания.

Применение ограничителей тока на основе ЖСП на этапе проектирования и реконструкции систем электроснабжения может снизить капиталовложения за счет уменьшения сечений проводников и использования упрощённых автоматических выключателей.

Уровень исследований в РФ и за рубежом пока не позволяет создать промышленные образцы ограничителей тока на основе ЖСП. Их совершенствование является важной и актуальной проблемой.

2. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и 4 приложений. Объем диссертации – 200 страниц машинописного текста. Диссертация содержит 92 рисунка, 21 таблица и состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 127 наименований, 4 приложения.

Во введении дано обоснование актуальности работы, сформулированы цель и задачи исследования, отражены научная новизна и практическая значимость диссертации. А также сведения о финансовой поддержке исследования в виде гранта от РФФИ.

В первой главе проведен анализ способов повышения надежности систем электроснабжения до 1 кВ при коротких замыканиях. Проведен анализ токоограничивающих устройств, в результате которого выяснено, что в электрических сетях низкого напряжения следует отдать предпочтение в применении токоограничивающим устройствам с использованием ЖСП.

Во второй главе показано состояние исследований в области разработки ограничителей тока на основе ЖСП. Рассмотрены конструктивные особенности. Отмечено разделение конструкций на две основные группы: с полным преобразованием плавкого элемента и с частичным преобразованием плавкого элемента. Основной недостаток любой конструкции ЖСП — это ограниченный коммутационный ресурс. Проведен анализ способов его повышения. Он может быть повышен за счет: применения материалов диэлектрической втулки с повышенной стойкостью к воздействию электрической дуги, шунтирования ЖСП низкоомным резистором, применения ЖСП с составной плавкой вставкой и за счет применения нового схемного решения, защищённого патентом РФ. Это решение реализует двухступенчатый принцип токоограничения. Разработаны рекомендации по применению ЖСП в токоограничивающих устройствах.

В третьей главе представлена уточненная математическая модель процесса короткого замыкания в электротехническом комплексе «источник питания - ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети» напряжением до 1 кВ и результаты ее исследования. Представлены новые математические модели процесса короткого замыкания в рассматриваемом электротехническом комплексе для ЖСП с тугоплавким электродом и для нового схемного решения, реализующего двухступенчатый принцип токоограничения, и результаты их исследования.

В четвертой главе представлена методика параметрического синтеза ограничителя тока на основе ЖСП с одноступенчатым принципом токоограничения и двухступенчатым принципом токоограничения. Приведен пример параметрического синтеза токоограничивающего устройства на основе ЖСП для системы электроснабжения с повышенным значением тока короткого замыкания.

В заключении отражены основные выводы по результатам исследований, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Приведены рекомендации по использованию результатов проведенного исследования.

В приложении 1 представлена конструкция физической модели ЖСП, конструкция блока создания начального давления, технология заправки ЖСП жидким металлом и технология подготовки ЖСП к лабораторным испытаниям.

В приложении 2 представлена программная модель электротехнического комплекса «источник питания - ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети» напряжением до 1 кВ в режиме короткого замыкания и ее исследования в отладочном режиме.

В приложении 3 представлены результаты экспериментальных исследований физической модели ЖСП на заводе АО «Контактор» в г. Ульяновске в испытательном центре электрооборудования (ИЦЭО). А также программа коммутационных испытаний, схемы экспериментальных установок.

Результаты эксперимента показали возможность повышать сопротивление дуги путем повышения давления до значений, обеспечивающих работоспособность ЖСП в рассматриваемом электротехническом комплексе.

В приложении 4 представлены акты использования результатов работы на АО «Прометей» и учебном процессе кафедры «Электроснабжения ФГБОУ ВО «УлГТУ».

3. НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ, ИХ ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ НАУКИ

Проведенные исследования при совершенствовании ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей отличаются новизной, обусловленной комплексным характером задачи, учетом изменения параметров системы электроснабжения и параметров ЖСП.

Для исследования процесса короткого замыкания разработана и исследована уточненная математическая модель в электротехническом комплексе с ограничителем тока на основе ЖСП с одноступенчатым принципом токоограничения, отличающаяся от известных меньшим количеством допущений. Впервые разработана математическая модель процесса короткого замыкания в электротехническом комплексе с ограничителем тока с двухступенчатым принципом токоограничения.

Для уменьшения капиталовложения в системы электроснабжения впервые проведен параметрический синтез ограничителей тока с одно и двухступенчатым принципом токоограничения.

Значимость результатов рассматриваемой диссертации для науки определяется новыми научными знаниями, отражающими математические

модели устройств ограничения токов короткого замыкания на основе ЖСП. Автором синтезировано новое техническое решение, защищенное патентом РФ, обеспечивающее дополнительный эффект увеличения коммутационного ресурса ЖСП за счет двухступенчатого принципа токоограничения, позволяющее снизить пропускаемый тепловой импульс через ЖСП до 30 %.

Выводы и рекомендации отражают новые результаты и позволяют реализовать их на практике.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ; РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ

Практическая значимость рассматриваемой диссертационной работы определяется тем, что:

1. Предложено новое техническое решение, обеспечивающее дополнительный эффект увеличения коммутационного ресурса ЖСП за счет двухступенчатого принципа токоограничения.

2. Разработана конструкция физической модели ограничителя тока, обеспечивающая возможность проведения коммутационных испытаний в широком диапазоне номинальных токов, благодаря использованию сменных диэлектрических втулок различного внутреннего диаметра.

3. Разработана методика выбора параметров элементов ограничителей тока на основе ЖСП с одноступенчатым и двухступенчатым принципом токоограничения для использования в электротехническом комплексе «источник питания - ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети».

Результаты работы, полученные в диссертации, рекомендуется использовать при проектировании или реконструкции сетей до 1000 В промышленных предприятий, а также судовых систем электроснабжения водного транспорта. Применение разработанных в диссертации ограничителей тока на основе ЖСП дает возможность использовать более простые и менее дорогие автоматические выключатели, что позволит снизить капитальные затраты на проектируемые системы электроснабжения.

Значимость диссертационной работы Юренкова Ю.П. для производства определяется тем, что ее результаты внедрены в практику в виде программной модели при расчете уставок релейной защиты в системе электроснабжения АО «Прометей» (г. Ульяновск), что подтверждается актом внедрения.

Следует также отметить, что техническое решение, представленное в диссертации Юренкова Ю.П., защищено патентом на изобретение. А также свидетельством на регистрацию программы для ЭВМ.

5. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, получены Юренковым Ю.П. на основе основных положений теории электрических цепей, а также численного моделирования в разработанной на языке программирования JavaScript программе и физического моделирования.

Выводы, сформулированные Юренковым Ю.П. по диссертационной работе, структурированы в соответствии с содержанием работы. В них убедительно отражена научная и практическая ценность проведенных исследований по совершенствованию ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей в системах электроснабжения до 1 кВ.

Достоверность полученных в диссертации научных результатов подтверждается хорошим совпадением расчетов с данными натурных экспериментов.

6. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. В характеристике научной новизны работы не оговорено, чем отличаются принятые допущения от известных.

2. В главе 3 на рисунке 3.1. сопротивление плавкой вставки представлено постоянной R_f . Но далее в математической модели эта постоянная не используется. Почему?

3. В тексте диссертации и автореферата не отражен вопрос необходимости или отсутствия ограничения перенапряжения при срезе тока паровой пробкой на втором этапе процесса токоограничения.

4. В материалах диссертации отсутствуют сведения о токоограничивающих свойствах разработанных ЖСП, как отношение ударного тока $KЗ$ к амплитуде тока при действии ЖСП. Обычно этот параметр оценивается коэффициентом токоограничения.

5. Почему для построения некоторых зависимостей, например рисунки, 3.8, 3.9, 3.10 и др., использовались сечение плавкой вставки $S = 0,5 \text{ мм}^2$?

6. Зачем в приложении 2 в пункте П.2.4. для расчета с использованием программной модели кроме материала плавкой вставки – натрий использовались материалы ртуть и калий?

7. В диссертации использован нестандартный термин: «... паровой пробки» (стр. 90).

8. В диссертации нет сведений об экспериментальной проверке разработанного автором и защищенного патентом на изобретение токоограничивающего устройства на основе двух ЖСП с двухступенчатым принципом токоограничения (рис. 2.12).

Вышеуказанные замечания по диссертационной работе и автореферату не снижают научной ценности диссертационной работы.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ЗАЯВЛЕННОЙ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» по следующим направлениям исследований: п. 1, п. 3 и п. 4.

8. ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Научные результаты диссертации Юренкова Ю.П. отражены в 15 публикациях, из них 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных Минобрнауки России, 4 статьи в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science. Новизна технических решений, предложенных автором, подтверждена 1 патентом на изобретение и 1 свидетельством на регистрацию программы для ЭВМ.

Положения и результаты диссертации докладывались Юренковым Ю.П. на 7 международных научно-технических конференциях.

Названные материалы с достаточной полнотой отражают существо рассматриваемой работы.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Диссертационная работа Юренкова Юрия Петровича на тему «Совершенствование ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей в системах электроснабжения до 1 кВ», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы», полностью отвечает критериям установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842.

Диссертация Юренкова Юрия Петровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки по совершенствованию ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей в системах электроснабжения до 1 кВ, имеющие существенное значение для развития электротехнической отрасли страны. Приведенные выше замечания не имеют принципиального характера и не снижают ценности диссертации.

Автор Юренков Юрий Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертация, автореферат диссертации рассмотрены и отзыв ведущей организации обсужден и утвержден на заседании кафедры «Электроснабжение и электропривод» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», протокол № 4 от 31.01.2023 г.

И. О. заведующего кафедрой «Электро-снабжение и электропривод» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
кандидат технических наук, доцент

Азамат
Базарбаевич Бекин

Подпись А.Б. Бекина заверяю.
Начальник управления персоналом



Г. Г. Иванченко

Сведения о ведущей организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова».

Адрес: 346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132.

Тел.: +7 (863) 525-5151.

Электронная почта: rektorat@npi-tu.ru.

Сайт: <https://www.npi-tu.ru/>.